

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1932

THÈSE

N°

483

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(*Diplôme d'Etat*)

PRÉSENTÉE PAR

Paul MONTAGNE

Né à Liévin (Pas-de-Calais) le 15 Février 1908

**Etude Graphique de la Respiration
chez le nourrisson, le nouveau né et le
prématuré**

Président de Thèse : M. le Professeur LEREBoullet

IMPRIMERIE R. MOREL
23, RUE DU PARC
CHARENTON

1932

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1932

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(*Diplôme d'Etat*)

PRÉSENTÉE PAR

Paul MONTAGNE

Né à Liévin (Pas-de-Calais) le 15 Février 1908

**Etude Graphique de la Respiration
chez le nourrisson, le nouveau né et le
prématuré**

Président de Thèse : M. le Professeur **LEREBoullet**

IMPRIMERIE R. MOREL
23, RUE DU PARC
CHARENTON

1932

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	ROUVIERE
Anatomie médico-chirurgicale et chirurgie expérimentale	GREGOIRE
Physiologie	BINET
Physique médicale	STROHL
Chimie médicale	DESGREZ
Bactériologie	LEMIERRE
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT
Pathologie et thérapeutique générales	BAUDOUIN
Pathologie médicale	CLERC
Pathologie chirurgicale	LENORMANT
Anatomie pathologique	ROUSSY
Histologie	CHAMPY
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU
Thérapeutique	LOEPER
Hygiène et médecine préventive	TANON
Médecine légale	BALTHAZARD
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL-LAVASTINE
Pathologie expérimentale et comparée	FIESSINGER
Hydrologie thérapeutique et climatologie	Maurice VILLARET
Clinique médicale	CARNOT
	BEZANÇON
	ACHARD
	Marcel LABBE
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBoullet
Clinique des maladies des enfants	NOBECOURT
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	H. CLAUDE
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN
Clinique des maladies infectieuses	TEISSIER
	DELbet
	CUNEO
Clinique chirurgicale	LEJARS
	GOSSET
Clinique ophtalmologique	TERRIEN
Clinique urologique	LEGUEU
	COUVELAIRE
Clinique d'accouchements	BRINDEAU
	JEANNIN
Clinique gynécologique	J.-L. FAURE
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBREDANNE
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE
Clinique thérapeutique chirurgicale	Pierre DUVAL
Clinique propédeutique	SERGEANT
Clinique de la Tuberculose	Léon BERNARD
Professeur sans chaire	MAUCLAIRE
Professeur sans chaire	MULON



II. — AGREGES EN EXERCICE

MM.

ALAJOUANINE Neurologie et Psychiâtrie.
 AUBERTIN Pathologie médicale.
 BENARD Henri Pathologie médicale.
 BROCC Pathologie chirurgicale.
 BRULE Pathologie médicale.
 BUSQUET Pharmacologie.
 CADENAT Pathologie chirurgicale.
 CATHALA Pathologie médicale.
 CHABROL Pathologie médicale.
 CHAILLEY-BERT Physiologie.
 CHEVALLIER . . Pathologie médicale.
 DOGNON Physique.
 DONZELOT Pathologie médicale.
 ECALLE Obstétrique.
 FEY Urologie.
 GASTINEL Bactériologie.
 GATELLIER . . . Pathologie chirurgicale.
 DE GAUDART D'ALLAINES
 Pathologie chirurgicale.
 GIROUD Histologie.
 HARVIER Pathologie médicale.
 HAZARD Pharmacologie.
 HOVELACQUE Anatomie.
 HUGUENIN Anatomie pathologique.
 HUTINEL Pathologie médicale.
 JOANNON Hygiène.

MM.

LABBE (Henri) . . Chimie biologique.
 LAROCHE (Guy) . Pathologie médicale.
 LEVEUF Pathologie chirurgicale.
 LEVY-VALENSI Neuro-psychiâtrie.
 LIAN Pathologie médicale.
 Histologie.
 MONDOR Pathologie chirurgicale.
 MOREAU Pathologie médicale.
 MOULONGUET Pathologie chirurgicale.
 MOURE Pathologie chirurgicale.
 Histologie.
 OBERLING Anatomie pathologique.
 OLIVIER Anatomie.
 PIEDELIEVRE . . Médecine légale.
 PORTES Obstétrique.
 QUENU Pathologie chirurgicale.
 RICHET Physiologie.
 SANNIE Chimie biologique.
 SEZARY Dermatologie et syphili
 graphie.
 VALLERY-RADOT
 (Pasteur) Pathologie médicale.
 VAUDESCALE . . Obstétrique.
 VELTER Ophtalmologie.
 VERNE Histologie.
 VIGNES Obstétrique.

III. — AGREGES RAPPELES A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.

GUENIOT Obstétrique.
 LEQUEUX Obstétrique.
 LEROUX Anatomie pathologique.

MM.

NEVEU-LEMAIRE Parasitologie.
 RETTERER Histologie.
 ZIMMERN Physique.

IV. — AGREGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

à titre permanent

MM.

ABRAMIClinique médicale.
CHIRAYClinique médicale.
DEBREClinique médicale.
DUVOIRClinique médicale.
BASSETClinique chirurgicale.
CHEVASSUClinique chirurgicale.
HEITZ-BOYER ..Clinique chirurgicale.

MM.

MATHIEUClinique chirurgicale.
MOCQUOTClinique chirurgicale.
PROUSTClinique chirurgicale.
SCHWARTZClinique chirurgicale.
LE LORIERClinique chirurgicale.
LEVY-SOLAL ...Clinique chirurgicale.
METZGERClinique chirurgicale.

V. — CHARGES DE COURS

MM.

MAUCLAIRE, professeur
sans chaire

FREY

CHAILLEY-BERT, agrégé .

LEDoux-LEBARD

WEIL-HALLE

Chargé du cours de chirurgie orthopédique chez
l'adulte pour les accidentés du travail, les mutilés
de guerre et les infirmes adultes.

Stomatologie.

Education physique.

Radiologie clinique.

Puériculture.

Par délibération en date du 9 Décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

THÈSE
POUR LE DOCTORAT
EN MÉDECINE

A MES PARENTS

A MA FEMME, A MA FILLE

AUX MIENS

A MES AMIS

A NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE
MONSIEUR LE PROFESSEUR LEREBoullet

Professeur de Clinique
des maladies de la première enfance

*Qui a bien voulu nous faire
l'honneur d'accepter la présidence
de cette thèse.*

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX

A MONSIEUR LE DOCTEUR H. BRIAND
Médecin de la Maison Maternelle Nationale

*qui nous à inspiré ce travail et nous
a guidé de ses conseils, témoignage d'affec-
tueuse et respectueuse reconnaissance.*

A MONSIEUR LE DOCTEUR TROUVÉ

Directeur de la Maison Maternelle National

*dont la bienveillance nous a permis
de mener à bien ce travail.*

EXPOSITION DU SUJET

Plan

Nous n'avons d'autre prétention dans ce modeste travail que d'apporter un certain nombre de documents sur la fréquence, l'amplitude et le rythme respiratoires chez le nouveau-né, prématuré ou à terme, et chez le nourrisson.

Nous passerons d'abord en revue les travaux qui ont déjà été faits sur la question par quelques auteurs français et étrangers.

Nous rapporterons ensuite nos propres observations : l'étude que nous avons faite de la respiration du tout petit au triple point de vue :

De la fréquence,

De l'amplitude,

et des rythmes particuliers.

Nous noterons quelques essais d'étude comparée de la respiration thoracique et abdominale, quelques observations de modifications du rythme respiratoire au cours de la tétée et à la suite d'injections sous-cutanées d'oxygène ; enfin nous essayerons, dans un dernier chapitre, de donner sinon une explication, du moins une interprétation des résultats que nous avons obtenus.

INTRODUCTION

Quelques auteurs ont étudié la respiration du tout petit, mais le plus souvent d'une façon accidentelle, à propos de certains épisodes pathologiques, ou au cours de recherches d'un autre ordre. Bien peu ont étudié cette respiration d'une façon systématique. Parmi ceux qui se sont livrés à cette recherche, un certain nombre s'est servi de l'inscription graphique comme méthode d'observation. C'est là en effet le seul moyen d'obtenir sur la respiration du tout jeune enfant des documents présentant un intérêt objectif : la simple observation clinique se révèle tout à fait insuffisante dès qu'on veut comparer entre elles, les respirations de nombreux enfants à des âges différents, et les autres moyens d'explorations utilisés dans l'étude de la respiration de l'adulte, tels que la mesure des volumes respiratoires effectuées avec le spiromètre classique ou avec le masque manométrique de Pesch sont pratiquement inapplicables à la respiration du nouveau-né et du nourrisson. Certains auteurs, cependant, Dorhn et Recklinghausen en particulier, pour montrer que les échanges respiratoires sont extrêmement faibles pendant le premier jour, ont effectué, chez des nouveaux-nés à terme, des recherches volumétriques dont certaines donnent les résultats suivants :

Capacité pulmonaire	20 minutes après la naissance	: 17 cc.
—	3 h. 1/2	— 21 cc.
—	6 h.	— 36 cc.

Ces mesures tendent à prouver que, contrairement à ce qui était admis autrefois, le déplissement des alvéoles pulmonaires ne se fait pas d'une façon complète à la première inspiration, ni même à la suite d'une succession d'inspirations, mais que l'expansion complète demande pour se produire plusieurs heures, et même, selon les auteurs précités, plusieurs jours.

Peiser attribue ce fait au développement incomplet du système nerveux, à l'irritabilité relativement légère des centres respiratoires par le CO_2 , et à ceci enfin, que « le nouveau-né remuant très peu, le système musculaire ne produit qu'une très faible quantité de ces substances stimulantes du centre respiratoire ».

Eckstein et Rominger, voulant étudier à la fois le volume et la fréquence respiratoire ont utilisé un appareil très complet, mais d'un maniement fort délicat ; ils ont imaginé un masque de verre qui enveloppe hermétiquement le visage de l'enfant. De ce masque part un tuyau rigide qui aboutit à un récipient contenant 5 litres d'air. Un autre tuyau conduit à un pneumographe de Gad. L'index de cet appareil dessine une courbe sur le papier d'un Kymographe de Balzer. Mais la plupart des auteurs, devant la difficulté à réaliser des recherches volumétriques précises chez de tout jeunes enfants ont eu recours au simple enregistrement graphique. Les uns, comme Binet et Lesné, se sont servi d'un pneumographe composé d'un tambour à petite cuvette reposant sur une plaque d'aluminium ; l'appareil étant fixé sur la face antérieure de la poitrine par un lien circonscrivant le thorax et partant de la membrane élastique du pneumographe pour se terminer à un petit crochet ajouté au dispositif classique.

D'autres, comme Hishickwa, se servent d'un simple ballon de caoutchouc fixé par une bande de toile sur le thorax de l'enfant.

D'autres, enfin, comme Salmi et Vuori, se sont servis d'une ceinture de caoutchouc mince, de 35 cm. de long sur 4 cm. 5 de large, recouverte d'étoffe d'un côté et ceinte autour du corps de l'enfant à étudier.

Dans tous les cas, ces appareils étaient en relation avec une capsule de Marey munie d'un stylet inscripteur et permettaient l'étude :

1° De la fréquence ;

2° De l'amplitude respiratoires.

FREQUENCE RESPIRATOIRE :

Les chiffres de la fréquence respiratoire généralement admis sont de 45 à la minute pour le nouveau-né, 32 à 26 pour le nourrisson d'un an. Toutefois, J. Belot admet à la naissance le rythme de 56 respirations à la minute, tombant, à 1 an, à 33 pour les garçons et à 35 pour les filles.

REGULATION DE LA FREQUENCE RESPIRATOIRE :

Liljenstrand et Rohrer, opérant avec des méthodes différentes sont arrivés à cette conclusion que la régulation de la fréquence dépend des conditions du travail respiratoire. Ils admettent que pour un rendement déterminé par minute il existe une « zone de fréquence » en rapport avec un travail minimum et que des fréquences moindres ou plus grandes exigent un effort plus grand. La fréquence respiratoire se réglerait donc en vue de l'adaptation à des conditions de travail optima. Chez l'adulte cette zone de fréquence, correspondant aux meilleures conditions de travail, peut être déviée vers des chiffres de fréquence plus petits lorsque les conditions mécaniques du mouvement respiratoire se trouvent modifiées : quand, par exemple, la résistance que rencontre le courant respiratoire à l'intérieur des voies respiratoires est augmentée.

Cette adaptation à des conditions nouvelles de la régulation de la fréquence est, chez l'adulte, un processus qui demande du temps, ainsi que cela a été constaté par Rohrer à l'occasion de recherches sur l'influence d'un obstacle extérieur (masque à gaz) sur le fonctionnement de la respiration.

Un auteur japonais, Hishickwa, s'est inspiré de ces travaux pour une étude de la fréquence respiratoire du nourrisson :

« A plus forte raison, dit-il, devons-nous supposer que chez le nouveau-né le perfectionnement de la fréquence respiratoire demandera un certain temps, puisque c'est la première fois qu'entrent en jeu des mécanismes de régulation très complexes ».

D'après Hishickwa la fréquence respiratoires moyenne est maxima après la naissance : 78. Elle baisse après le bain de 8 mouvements respiratoires jusqu'à 70 ; jusqu'au 3^e jour, de trois mouvements respiratoires par jour jusqu'à 61 ; pour demeurer ensuite sensiblement au même niveau au cours de la première année. Dans les deux années suivantes on note une diminution de moitié de la fréquence : de 62 à 31. Dans le court espace de temps que constituent les 3 premiers jours de la vie, on noterait, d'après Hishickwa, un changement net dans la façon dont se fait la régulation de la fréquence, changement qui n'est pas, comme la diminution ultérieure de cette fréquence explicable par le changement des conditions mécaniques de la respiration par suite de la croissance. En effet, l'augmentation des échanges gazeux (qui, d'après Dorn, seraient plus grands à la fin de la première semaine qu'au premier jour) causerait plutôt, comme le montrent les expériences chez l'adulte, une augmentation de la fréquence respiratoire.

Il serait par conséquent vraisemblable qu'il existe ici un processus d'ajustement de la régulation de la fréquence respiratoire.

Hishickwa fonde ces conclusions sur l'observation de :

13 enfants examinés aussitôt après la naissance ;

18 — — — après le bain.

7 — — — au 3^e jour.

4 — — — au 7^e jour.

6 — — d'un an.

6 — — de 2 ans.

6 — — de 3 ans.

Nous reproduisons ci-après le tableau dans lequel il réunit ses observations.

	Nombre des individus examinés	Nombre des mouvements respir. mesurés	Valeur de la fréquence pour le groupe			Fréquence moyenne des individus			Fréquence moyenne
			Maximum	Minimum	Ecart : Amplitude de variabilité	Moyenne maxima	Moyenne minima	Ecart : Amplitude de variabilité	
1 jour avant le bain	13	211	140	34	106	99	63	36	78
1 jour après le bain	18	355	136	29	107	88	55	33	70
3 jours	7	119	122	28	94	89	45	44	61
7 jours	4	62	113	43	70	84	48	36	63
1 an	6	61	100	32	68	78	50	28	62
2 ans	6	61	62	24	38	53	35	18	42
3 ans	6	51	57	24	39	40	26	14	31

Comme on le voit dans ce tableau, la fréquence respiratoire se réglerait pour une zone déterminée, et ceci d'une façon bien établie pour chaque individu pris isolément. Cette stabilisation de la fréquence dans une zone définie se produirait dès la naissance. Le tableau montre, en effet, que l'amplitude de variabilité moyenne de la fréquence chez les individus pris isolément ne décroît pas, mais augmente au troisième jour et montre au septième jour la même valeur qu'au premier : 36. Au contraire, comme le montrent les amplitudes de variabilité pour les groupes entiers, il existe aussitôt après la naissance de grosses différences entre les individus, différences qui s'amoindrissent au cours des premiers jours.

L'amplitude de variabilité extrême de la fréquence respiratoire décroît, de la naissance au septième jour, de 106 à 70, et reste à ce niveau au cours de la première année : 68, pour diminuer dans les deux années suivantes jusqu'à la moitié environ (33). Les zones de fréquences sur lesquelles se règlent les individus pris séparément, montrent donc immédiatement après la naissance une assez grande dispersion : en effet, certains individus se classent dans les zones de fréquence relativement élevées, d'autres dans les basses. Au cours des premiers jours de l'existence se fait une convergence, comme le montre la chute des valeurs maxima des groupes. Ce sont particulièrement les individus à zone de fréquence élevée qui se rapprochent des autres réalisant ainsi une diminution de l'amplitude de variabilité extrême du groupe. Cette chute est également évidente si nous considérons les fréquences moyennes des individus isolés, obtenues en prenant la moyenne de tous leurs mouvements respiratoires. Tandis qu'immédiatement après la naissance environ un quart des individus étudiés présentait une fréquence moyenne à la minute supérieure à 90, ce nombre n'est plus atteint au septième jour par aucun individu.

« Ces observations, conclut Hishickwa, tendent à prouver que ce n'est pas tout de suite, mais dans un délai de quelques jours que la régulation de la fréquence respiratoire s'ajuste aux conditions mécaniques où se trouvent l'appareil respiratoire. »

RYTHME RESPIRATOIRE.

Si l'inscription graphique a permis au chercheur de préciser les conditions de régulation de la fréquence respiratoire chez les tout jeunes enfants, elle a révélé également bien des particularités dans le rythme des mouvements respiratoires aussi bien chez des nouveaux-nés à terme que chez des prématurés ou des nourrissons plus âgés. Eckstein et Rominger, étudiant la respiration des tout petits au point de vue des volumes, de la fréquence et du rythme, trouvèrent chez trois prématurés de leur « matériel » de recherche, un rythme de cheyne-stokes, dans lequel il existe une pause expiratoire périodique, allant jusqu'à 10 secondes. Ils observèrent également une montée et une descente de l'abscisse de la courbe dans laquelle il virent la manifestation d'une variation du tonus diaphragmatique et qu'ils nommèrent « polyloepsie ». La conclusion de leurs recherches fut que « la périodicité est une caractéristique du type respiratoire de la prématurition. Elle est en étroit rapport avec le fonctionnement particulier du centre respiratoire à ce stade de développement. » Ces auteurs ont également observé de temps à autre, chez des enfants nés à terme, « une tendance à des oscillations périodiques ». Menselsohn a étudié l'influence de la chaleur sur le nourrisson et chez un prématuré de son « matériel » de recherches. Il a observé, à quatre reprises différentes, que lorsque cet enfant était réchauffé, il s'installait chez lui un rythme de cheyne stokes.

Eckstein et Paffrath, qui ont étudié l'influence des différentes températures sur l'activité cardiaque et la respiration des prématurés et de nouveaux-nés à terme, mais mal alimentés, trouvèrent chez trois des prématurés qu'ils avaient à leur disposition (tous nés dans le septième mois, pesant de 980 à 1.380 grammes) un cheyne-stokes très net quand la température montait dans une zone de 27 à 38° C. Alors que rien de tel ne fut jamais observé chez un enfant venu à terme, âgé de un mois et demi, pesant 2.000 grammes.

A. Peiper a tout récemment discuté dans une recherche la question des accès apnéïques qu'il a observé chez plu-

sieurs prématurés quelque temps avant leur mort, et il est arrivé à cette conclusion que les accès, de même que la périodicité dans la respiration, ont lieu d'autant plus facilement et d'une façon plus nette que l'enfant est plus jeune, que son poids est plus inférieur à la normale, et que son état général est plus mauvais.

D'une façon générale, tous ces chercheurs considèrent que ce type respiratoire périodique est d'origine centrale et repose sur un développement défectueux du système nerveux central.

Salmi et Vuori, enfin, étudièrent particulièrement la respiration du prématuré. Sur 13 prématurés qu'ils étudièrent, 9 montrèrent une respiration de cheyne stokes, d'une façon typique, et 3 d'une façon moins typique. Sur un certain nombre de prématurés qu'ils purent suivre un certain temps, ces auteurs constatèrent que si le rythme de Cheyne-Stokes disparaît au cours du premier mois, on peut le faire réapparaître par des bains chauds (41°). C'est ainsi qu'ils purent le faire réapparaître chez un enfant âgé de 41 jours.

Leur conclusion fut que « physiologiquement le cheyne-stokes existe chez les prématurés, alternativement avec la forme régulière de la respiration. »

RECHERCHES PERSONNELLES

Appareils

Le pneumographe habituellement employé chez l'adulte s'étant révélé inutilisable chez le nourrisson, tant à cause de sa taille qu'à cause de son manque de sensibilité, nous avons confectionné un pneumographe très simple, d'apparence rudimentaire, mais d'une sensibilité suffisante : Un manchon de fer rigide, de 6 centimètres de diamètre, 3 centimètres de hauteur, fermé à ses deux extrémités par une membrane de caoutchouc mince. Au milieu de chaque membrane circulaire est collé un cordon en boucle, permettant d'attacher une sangle. Latéralement, le cylindre porte une ouverture, munie d'un petit tube métallique de deux centimètres de long, de 5 millimètres de diamètre, perpendiculaire à l'axe du cylindre et permettant l'adaptation d'un tuyau de caoutchouc rigide. Ce tuyau est en relation avec une capsule de Marey, munie d'un stylet inscripteur. L'inscription graphique se fait sur une feuille de papier glacé, de 6 centimètres de large, se déroulant suivant un mouvement uniforme. Une vis de réglage placée sur l'appareil permet d'augmenter ou de diminuer la vitesse de déroulement. Le ressort du moteur qui entraîne la bande de papier est suffisamment fort pour permettre des observations de 15 minutes sans interruption de la courbe pour une vitesse de déroulement de 23 centimètres à la minute. A côté de la courbe respiratoire, un chronographe de Jaquet marque la seconde ou le cinquième à volonté.

AVANTAGES DE CET APPAREIL

Cet appareil a pour principal avantage, en plus d'une

grande simplicité, celui de permettre des observations de longue durée, sans interruption dans la courbe. Pour une vitesse de déroulement de 23 centimètres à la minute, on pouvait obtenir une observation d'un quart d'heure sans interruption dans la courbe et correspondant à 3 mètres de bande. Cette possibilité d'observations de longue durée fait l'originalité de notre méthode de recherche. Elle nous a permis d'apprécier la forme de la courbe respiratoire dans son ensemble, les variations lentes ou brusques de cette forme au cours d'un examen de longue durée chez un même enfant et chez des enfants différents.

FONCTIONNEMENT

La sangle, composée d'une bande de toile de 4 centimètres de large, de longueur variable suivant l'âge de l'enfant, est passée autour du thorax ou de l'abdomen du sujet en expérience. Ses deux extrémités sont attachés par des crochets aux boucles des membranes du pneumographe. La sangle, modérément serrée, maintient le pneumographe sur la face ventrale du corps de l'enfant, soit au niveau du manubrium sternal, pour l'étude de la respiration thoracique, soit un peu au-dessus de l'ombilic pour l'étude de la respiration abdominale. Deux pneumographes, l'un thoracique, l'autre abdominal, pouvaient d'ailleurs fonctionner simultanément. *Le montage des capsules de Marey a toujours été tel que nous ayons une ligne ascendante pour l'inspiration, une ligne descendante pour l'expiration.*

Méthode d'expérimentation

La salle où se passe les recherches est à une température à peu près constante de 18 à 20° c. L'enfant y est apporté soit avant, soit le plus souvent après la tétée. Les enfants nourris au sein sont amenés par leur mère qui peut leur donner le sein dans la salle d'expériences et les changer quand ils se sont salis. La plupart de nos courbes ont

été prises sur des enfants ayant tété depuis peu, la docilité et la tranquillité de l'enfant étant évidemment plus grande à ce moment-là. Un certain nombre, cependant, a été pris sur des enfants à jeun, ce qui nous a permis de contrôler que l'état de réplétion ou de vacuité de l'estomac ne modifiait pas d'une façon appréciable la forme de la courbe.

L'enfant est couché sur un matelas posé sur la table d'expérience. On ne modifie l'arrangement des vêtements que dans la mesure nécessaire à la mise en place de la sangle. Puis, les vêtements remis en ordre autant que possible, l'enfant est recouvert comme d'habitude de ses couvertures. On lui laisse une bouillote quand il en a une habituellement, et les prématurés sont remis dans le coton qui les enveloppait auparavant.

La sangle du pneumographe est serrée très doucement et modérément, et on veille à ce qu'elle ne gêne en rien l'augmentation thoracique et abdominale au cours de l'expérience. En somme, tous nos efforts tendent à modifier aussi peu que possible la façon de vivre habituelle de l'enfant.

Tout ceci réglé, on attend que l'enfant se tienne tranquille et si on peut l'obtenir on met l'appareil en marche, obtenant ainsi un fragment de courbe plus ou moins important représentant la respiration de l'enfant éveillé, mais immobile. Si l'enfant est agité, on attend qu'il s'endorme et on prend alors la courbe respiratoire au début du sommeil, puis pendant le sommeil profond.

Suivant la bonne marche de l'appareil, la docilité de l'enfant et l'intérêt de la courbe, l'expérience était poursuivie plus ou moins longtemps. Jamais elle ne durait moins de 1/2 heure, avec des arrêts de temps à autre. Aucune de nos bandes n'est inférieure comme longueur à un mètre. D'une façon générale elles dépassent de beaucoup cette longueur (jusqu'à 8 mètres).

Afin de pouvoir mieux comparer les différentes courbes entre elles, nous avons utilisé une vitesse de déroulement sensiblement constante, et telle que 22-23 cm. se déroulaient en une minute en moyenne.

Dans les cas où la courbe présentait un intérêt spécial, nous avons, parfois, pendant quelques minutes, accéléré la vitesse de déroulement afin d'avoir une courbe moins serrée et d'interprétation plus facile.

Enfin, chez un certain nombre d'enfants, nous avons étudié simultanément la respiration abdominale et thoracique. Pour cela, l'enfant étant nu, une première sangle était passée sous ses aisselles, maintenant sur le manubrium sternal le pneumographe pour l'inscription de la respiration thoracique supérieure. Puis une seconde sangle était passée autour de l'abdomen, pour maintenir un peu au-dessus de l'ombilic, à l'endroit du maximum d'ampliation abdominale, au cours de l'inspiration, un second pneumographe devant donner la courbe de la respiration abdominale. Alors, l'enfant étant recouvert, chaque pneumographe est mis en relation avec une capsule de Marey munie de son stylet. Les deux capsules sont, évidemment, montées dans le même sens, et pour pouvoir comparer les mouvements simultanés des deux respirations dans l'unité de temps on prend la précaution de régler, au millimètre près, les deux plumes sur une même ligne perpendiculaire à la direction de déroulement de la bande. Ce réglage est vérifié pour chaque fragment de courbe, au début de la courbe et à la fin.

Matériel de recherches

Nous avons utilisé, pour nos recherches, des nourrissons d'âge aussi divers que possible, depuis quelques heures jusqu'à 8 mois.

La Maternité Cantonale de Saint-Maurice nous a fourni des enfants âgés de quelques heures à 11 jours. Les autres ont été pris à la Maison Maternelle Nationale de Saint-Maurice où les nouvelles accouchées, venant des Maternités de Paris, peuvent passer leur convalescence. A leur arrivée l'enfant est, en général, âgé de 12 jours. Elles peuvent rester à la Maison Maternelle jusqu'à ce que l'enfant ait 9 mois accomplis.

Nous avons pu ainsi étudier un total de 31 enfants, se répartissant, au point de vue de l'âge, comme suit :

Moins de 24 heures : 6, dont 2 vus avant la 6^e heure.
Moins de 48 heures : 4.
Moins de 15 jours : 9.
Moins de 30 jours : 4.
Enfants de 2 mois : 2.
Enfant de 4 mois 1/2 : 1.
Enfants de 5 mois : 2.
Enfant de 7 mois : 1.
Enfant de 8 mois : 1.

Pour plus de commodité nous avons séparé les prématurés des enfants à terme, en deux tableaux.

Nous avons vu 8 prématurés, que nous avons numéroté de 1 à 8 : P 1, P 2, etc. . .

Et 22 enfants à terme, numérotés de 1 à 22 : N° 1, N° 2, etc. . .

Parmi ces enfants, 3 ont été étudiés à deux reprises différentes :

{ N° 15 : à 13 jours.
 { N° 15 bis : à 16 jours.

{ N° 4 : à 22 heures.
 { N° 4 bis : à 6 jours.

{ P 1 : à 16 heures.
 { P 1 bis : à 27 heures.

Ce qui fait donc un total de 33 observations. A ces observations il faut en ajouter un certain nombre : d'enfants dont nous avons voulu avoir la courbe respiratoire au cours de la tétée : 3 ; pendant le pleurer et le cri : 2 ; et après une injection sous-cutanée d'oxygène : 2.

Résultats

I. — ETUDE DE LA FREQUENCE RESPIRATOIRE

Nous n'avons pas étudié un nombre d'enfants suffisant pour pouvoir apporter, en ce qui concerne la simple fréquence respiratoire chez le nourrisson aux différents âges, des chiffres ayant une très grande valeur objective. Nous nous sommes plutôt astreints, en effet, à l'étude du rythme respiratoire, à l'étude de la forme de la courbe aux divers épisodes de la vie du tout petit.

Cependant, nous réunissons ici les chiffres de fréquence que nous avons obtenus : Dans chaque bande obtenue par une expérience de plus ou moins longue durée (de 30 minutes à 2 heures) nous avons considéré séparément chaque fragment de courbe prise sans interruption. Ces fragments, pouvant eux-mêmes varier de longueur (nous en avons qui représentent la respiration pendant une minute, d'autres une observation ayant duré pendant 10 minutes sans interruption, nous les avons divisés en périodes de 1 minute, en évitant avec soin d'utiliser les endroits où la courbe présentait des irrégularités dues à des mouvements inconscients de l'enfant pendant le sommeil (soubresauts musculaires, étirements des membres, etc.).

Dans chaque division de 1 minute nous avons compté le nombre de mouvements respiratoires, en comptant les sommets inspiratoires de la courbe ; puis nous avons réuni ces chiffres pour chaque enfant. Nous en avons fait une moyenne qui représente la fréquence respiratoire moyenne à la minute pendant le temps de l'expérience. (De 1/2 heure à 2 heures).

Enfin, nous avons noté la fréquence maxima observée, la minima et l'écart entre ces deux valeurs.

PRÉMATURÉS

Nos	Sexe	Poids de Naissance	Parité de la Mère	Age à l'examen	Poids à l'examen	Durée de l'examen	Fréquence maxima	Fréquence minima	Ecart	N.oyenne
P 1	Féminin	2.700	I	16 h.		1 h.	50	40	10	45
P 1 bis	»		I	27 h.		1 h.	38	32	6	35
P 2	Masculin	2.700	I	28 h.		1 h.	46	42	4	44
P 3	Féminin	2.463	IV	6 jours		2 h.	44	17	27	28
P 4	Masculin	2.390	III	16 jours	2.660	30 min.	49	39	10	44
P 5	»	2.310		29 jours	3.070	30 min.	70	60	10	65
P 6	Féminin	2.300		30 jours	2.790	30 min.	60	40	20	46
P 7	»	2.750		30 jours	3.100	1 h.	41	23	18	32
P 8	Masculin	1.950		5 mois		30 min.	57	55	2	56

On voit que, pour 2 prématurés de moins de 48 heures (P1, P1 bis, P2), la fréquence moyenne est de 45, 35, 44 ; pour 1 prématuré de 6 j. : 28 ; pour 1 de 16 j. : 44 ; pour trois de 1 mois environ : 46, 32, 65 ; pour une de 5 mois : 56.

Les plus grands écarts entre maxima et minima se remarquent chez des enfants ayant eu, au cours de la même expérience, successivement une respiration régulière, puis un rythme périodique.

ENFANTS A TERME

On voit tout de suite qu'il existe, en ce qui concerne la fréquence moyenne, de grosses différences individuelles. L'enfant 12, par exemple, âgé de 8 jours, avait une respiration remarquablement régulière et rapide : 76 à la minute. (Moyenne faite avec 7 chiffres ; durée de l'observation : 1 heure). Alors que l'enfant n° 5, âgé de 24 heures, avait une fréquence moyenne de 27 à la minute. Ces différences existent encore quand les enfants sont plus âgés, puisque nous voyons une différence de 52 à 34 entre le n° 19 et le n° 20 (4 m. 1/2 et 5 mois) et une différence de 29 à 45 entre le 21 et le 22 (7 mois et 8 mois).

N ^{os}	Sexe	Poids de naissance	Parité de la Mère	Âge à l'examen	Durée de l'examen	Fréquence maxima	Fréquence minima	Ecart	Moyenne
1	Masculin	4.950	V	3 h. 30	1 h.	41	35	6	38
2	»	3.050	I	4 h. 39	1 h.	43	33	10	38
3	Féminin	3.000	IV	19 h.	1 h.	45	36	9	42
4	»	3.250	I	22 h.	1 h. 1/2	45	39	6	44
4 bis	»	3.300	I	6 jours	1 h. 1/2	58	34	24	48
5	»	3.300	I	24 h.	1 h.	30	24	6	27
6	»	3.650	I	29 h. 30	1 h. 1/2	60	48	12	54
7	»	3.200	I	32 h.	1/2 h.	62	50	12	56
8	Masculin	3.820	I	32 h.	1 h. 1/2	56	51	5	55
9	»	3.780	IV	6 jours	1 h. 1/2	56	46	10	48
10	Féminin	2.460	I	7 jours	1 h.	54	48	6	51
11	Masculin	3.220	II	8 jours	1 h. 1/2	44	24	20	31
12	»	3.850	IV	8 jours	1 h.	76	6	0	76
13	»	3.550	IV	9 jours	1 h.	84	58	26	69
14	»	3.250		9 jours	2 h.	72	41	31	56
15	Féminin	2.950		13 jours	1 h.	62	48	14	55
15 bis	»	2.950		16 jours	1 h. 1/2	60	45	15	50
16	Masculin	3.470		15 jours	2 h.	56	48	8	51
17	»	2.970		2 mois	1/2 h.	54	52	2	53
18	»	3.160		2 mois	1 h.	50	44	6	47
19	Féminin	3.700		4 m. 1/2	1 h. 1/2	53	51	2	52
20	»	3.650		5 mois	1 h.	37	31	6	34
21	»	3.480		7 mois	1 h.	30	27	3	29
22	Masculin	3.250		8 mois	1 h. 1/2	48	42	6	45

En ce qui concerne les écarts entre la fréquence maxima et la minima, on remarquera aussi que les écarts maximum sont dûs à ce que, au cours de la même expérience, on eût successivement un rythme régulier et un rythme périodique. Ainsi en est-il pour les numéros :

4 bis,	écart :	24.
11	—	20.
14	—	31.
15	—	14.
15 bis	—	15.

Il faut remarquer que si, avant le 2^e mois, les écarts entre maxima et minima sont très grands parfois, cela va en diminuant à partir du deuxième mois. En effet, on n'a plus alors que des écarts de fréquence dont le plus grand est représenté par 6.

ETAT DE VEILLE ET SOMMEIL

Toutes les moyennes de fréquence que nous avons envisagées jusqu'ici ont été prises au cours du sommeil profond. Chez 8 enfants, pris à des âges très divers (n° 9 : 6 jours, n° 22 : 8 mois), nous avons étudié la fréquence respiratoire successivement à l'état de veille et pendant le sommeil.

Nous avons toujours trouvé (en utilisant chaque fois de nombreux chiffres pour nos moyennes) que la fréquence respiratoire diminue pendant le sommeil. Ces résultats sont résumés dans le tableau suivant :

N ^o	Age à l'examen	Veille ou Sommeil	Maximum	Minimum	Ecart.	Moyenne
P 4	16 j.	V	52	48	4	50
		S	49	39	10	40
P 6	30 j.	V	60	50	10	55
		S	60	40	20	46
N ^o 9	6 j.	V	64	50	14	57
		S	56	46	10	48
N ^o 16	15 j.	V	88	74	14	81
		S	56	48	8	51
N ^o 15 bis	16 j.	V	62	48	14	55
		S	60	45	15	50
N ^o 20	5 m.	V	61	49	12	55
		S	37	31	6	34
N ^o 21	7 m.	V	36	32	4	34
		S	30	27	3	29
N ^o 22		V	47	41	6	45
		S	48	42	6	45

Cette diminution de la fréquence respiratoire au cours du sommeil chez l'enfant est, d'ailleurs, connue depuis longtemps des physiologistes et des pédiâtres, et nos observations ne font que corroborer leurs conclusions,

II. — ETUDE DE LA VARIABILITE BRUSQUE DE L'AMPLITUDE EN DEHORS DES VARIATIONS PERIODIQUES

C'est un fait d'observation courante qu'il existe, chez le jeune enfant, des variations brusques de l'amplitude respiratoire au cours de la tétée, quand l'enfant soupire, quand il pleure ou crie. Cela n'a rien que de très banal, puisque ces actes s'accompagnent de mouvements respiratoires forcés. Nous étudierons d'ailleurs ces variations dans un chapitre ultérieur, ainsi que les modifications que peut apporter, dans l'amplitude des mouvements respiratoires, une injection sous-cutanée d'oxygène.

Mais nous avons voulu également étudier, d'une façon plus précise, ces variations d'amplitude brusques, sans caractères rythmiques, en rapport avec l'âge des enfants, prématurés ou à terme.

La comparaison directe des courbes entre elles était, évidemment, impossible, les amplitudes variant d'un enfant à l'autre, suivant un certain nombre de facteurs tenant à l'appareillage, tels que : serrage plus ou moins grand de la sangle autour du corps de l'enfant, frottement plus ou moins grand de la plume, tension plus ou moins grande de la membrane de la capsule de Marey, etc... Il n'était même pas possible de comparer entre eux des mouvements respiratoires pris au début et à la fin d'une même courbe puisqu'au cours de l'expérience pouvaient survenir des modifications dans la position des appareils, leur degré de tension, etc...

Mais, du moins, avons-nous pu établir des rapports comparables entre eux en faisant pour des endroits différents de chaque courbe le quotient : $\frac{\text{amplitude minima}}{\text{amplitude maxima}}$. Et ceci ayant été fait pour chaque courbe, nous avons pu comparer les quotients des différentes courbes.

Nous avons étudié à ce point de vue :

3 enfants de moins de 24 h. : N^{os} 3, 4, 5.

3 enfants de moins de 48 h. : N^{os} 6, 7, 8.

- 5 enfants de moins de 15 jours : N^{os} 10, 11, 12, 15 et 16.
 1 enfant de 2 mois : N^o 18.
 1 enfant de 5 mois : N^o 20.
 1 enfant de 7 mois : N^o 21.
 1 enfant de 8 mois : N^o 22.

Afin d'éliminer les causes d'erreurs dues à la diminution ou à l'augmentation de l'amplitude suivant le frottement de la plume, nous avons considéré, dans chaque courbe, des points très éloignés, pris entre des fragments d'une minute. Dans ces fragments nous avons mesuré l'amplitude la plus grande et la plus petite : pour cela nous avons mesuré la distance verticale séparant la fin de l'expiration du sommet de l'inspiration suivante. Nous avons fait le quotient de la minima par la maxima (au moins trois quotients pour chaque courbe). Tous ces quotients une fois obtenus, nous avons fait, après réduction et simplification, la moyenne pour chaque enfant, puis la moyenne pour chaque groupe. Nos résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Enfants de moins de 24 h.	{	0,254. 0,188. Moyenne : 0,25. 0,20.
Enfants de moins de 48 h.	{	0,146. 0,160. Moyenne : 0,17. 0,203.
Enfants de moins de 15 jours	{	0,221. 0,186. 0,134. Moyenne : 0,18. 0,138. 0,218.
Enfant de 2 mois		0,39
Enfant de 5 mois		0,40
Enfant de 7 mois		0,55
Enfant de 8 mois		0,45

On voit donc que le quotient, assez faible jusqu'au 15^e jour, tend, à partir de 2 mois, à se rapprocher de l'unité, pour se stabiliser aux environs de 0,50.

Ainsi, cette propension à la variabilité brusque de l'amplitude, remarquablement grande lorsque l'enfant est tout jeune, diminue de façon très sensible au fur et à mesure qu'il devient plus âgé.

Ceci semble être une preuve de plus que l'appareil respiratoire du tout jeune enfant n'est pas apte d'emblée à fonctionner d'une façon régulière, mais qu'il a besoin d'un certain délai pour régulariser son fonctionnement, délai qui semble durer deux mois environ et au cours duquel il paraît subir une véritable « mise au point » progressive.

III. — ETUDE DES VARIATIONS PERIODIQUES D'AMPLITUDE ET DES PHENOMENES D'APNEE PERIODIQUE

Nous avons vu que, parmi les auteurs qui ont étudié la respiration du tout petit, un certain nombre avait été frappé par la fréquence des respirations périodiques en dehors de tout état pathologique.

(Eckstein, Rominger, Binet).

Nous-mêmes avons été frappés, dès le début de nos recherches, par la fréquence de ces rythmes particuliers.

Nous avons fait couramment deux observations :

I. — *Variations d'amplitude* :

Nous avons vu fréquemment une variation périodique de l'amplitude, donnant à la courbe le même aspect qu'une corde vibrant suivant une longueur d'onde, avec des « nœuds » et des « ventres ». (Courbe n° 1).

II. — *Apnée périodique* :

Nous avons observé également des courbes présentant des groupements de mouvements respiratoires d'amplitude marquée, séparés par des périodes d'apnée totale en expiration. (Courbe n° 2).

Suivant les enfants observés, chaque groupement comportait 4, 5, 6 mouvements respiratoires ou plus ; mais le nombre de ces mouvements par groupement était presque constant pour chaque individu.

A l'intérieur de chaque groupement de mouvements respiratoires, l'amplitude de ces mouvements pouvait être constante dès le début.

Les sommets inspiratoires pouvaient alors être réunis par une courbe horizontale.

Souvent aussi la première inspiration était la plus forte l'amplitude allait ensuite en diminuant : on pouvait alors réunir les sommets inspiratoires par une ligne oblique en bas et à droite.

Mais, plus souvent encore, l'amplitude des mouvements était d'abord croissante, puis décroissante : on pouvait alors réunir les sommets inspiratoires par une ligne brisée en forme d'accent circonflexe plus ou moins ouvert.

En général la durée respective de la pause expiratoire et du groupement des mouvements respiratoires était sensiblement la même pour un même enfant :

4	secondes	chez	l'enfant	P. 6.
7	—	—	—	P. 3.
5	—	—	—	N° 11.

Dans ces cas nous avons d'ailleurs remarqué que s'il se produisait exceptionnellement une pause expiratoire plus courte, la suivante était plus longue dans la même mesure. Ces variations dépassaient d'ailleurs rarement une à deux secondes. Nous avons également remarqué, dans certains cas, que si une pause respiratoire durait exceptionnellement davantage que d'habitude, les mouvements respiratoires du groupement suivant avaient une amplitude plus grande et se produisaient en plus grand nombre que les précédents. (Enfant n° 16.) En somme, quand il se produisait, pour une raison quelconque, une variation minime dans le rythme périodique établi, il était manifeste qu'entraient en jeu des mécanismes régulateurs et compensateurs d'une extrême sensibilité.

III. — *Forme des transitions :*

Enfin, nous avons eu des courbes présentant un type de transition entre les deux formes précédemment décrites. Dans ces courbes, on n'avait pas une ligne absolument droite d'apnée totale, après un groupement de mouvements respiratoires accentués, mais après ces mouvements une ligne à peine ondulante traduisant des mouvements respiratoires extrêmement superficiels.

En somme, dans ces courbes, l'amplitude diminue en même temps que la fréquence, mais sans qu'il y ait d'apnée véritable.

Il nous faut enfin remarquer que les 3 types que nous venons de décrire :

1° Variations périodiques d'amplitude ;

2° Apnée périodique ;

3° Formes de transitions,
ne doivent pas être opposées entre eux comme des choses absolument différentes.

Nous avons séparé ces 3 types pour la commodité de la description, mais, en réalité, l'observation attentive montre bien qu'ils ne sont tous les trois que des manifestations plus ou moins nettes de cette tendance à la périodicité qui est si fréquente dans la respiration du tout petit.

D'ailleurs nous avons souvent assisté, au cours de nos observations, à des changements de forme de la respiration qui, de régulière, devenait périodique ou inversement. Jamais ces changements ne se faisaient brusquement, mais toujours d'une façon graduelle (courbe n° 3).

On avait le plus souvent successivement :

Respiration régulière ;

Amplitude variable ;

Type de transition ;

Apnée périodique,

ou inversement.

A — RYTHMES PÉRIODIQUES CHEZ LES PRÉMATURÉS

1° APNÉE PÉRIODIQUE :

Sur 8 prématurés examinés, nous avons trouvé 6 fois de l'apnée périodique. Soit un pourcentage de 75 0/0.

1 fois d'une façon particulièrement typique et durable : chez le prématuré P. 3 âgé de 6 jours.

4 fois de façon typique, mais moins durable, avec alternance de respiration à périodes d'apnée et de respiration régulière :

Chez les prématurés : P. 4 : 16 jours.

P. 6 : 30 jours.

P. 7 : 30 jours.

P. 1 bis : 27 heures.

1 fois d'une façon moins typique et plus inconstante :

Chez le prématuré P. 7 : 5 mois, et P. 5 : 29 jours, nous n'avons pu observer de rythme périodique malgré une étude d'une certaine durée.

VARIATIONS D'AMPLITUDE :

Nous les avons trouvées, en même temps que des formes de transition et alternativement avec des périodes d'apnée chez les prématurés : P. 6, P. 4, P. 3, P. 7, donc 4 fois.

B — RYTHMES PÉRIODIQUES CHEZ LES ENFANTS A TERME

1° APNÉE PÉRIODIQUE :

5 fois nous avons trouvé de l'apnée périodique d'une façon durable :

Chez les enfants numéros 11, 14, 15, 15 bis, 16 âgés respectivement de : 8 jours, 9 jours, 13 jours, 16 jours, 15 jours.

Notons que l'enfant 15, que nous avons observé deux fois de suite, 15 : à 13 jours, et 15 bis à 16 jours, pesait, à la naissance, 2.950. La mère le prétendait venu 10 jours avant terme. Dans l'impossibilité où nous étions d'apprécier l'exactitude de cette affirmation, nous avons préféré le ranger parmi les enfants à terme. Mais, si cet enfant n'était peut-être pas un prématuré, il était, en tout cas, un immature. Il est remarquable, dans ces conditions, que nous ayons trouvé chez lui un rythme périodique à chaque observation que nous avons faite.

2° VARIATIONS D'AMPLITUDE :

Nous l'avons trouvée chez les enfants 14, 15, 16, âgés respectivement de : 9 jours, 13 jours, 16 jours et 15 jours.

En résumé, nous avons trouvé un rythme périodique (apnée périodique ou variations périodiques d'amplitude) :

6 fois sur 8 chez les prématurés ;

5 fois sur 22 chez les enfants à terme.

Le plus jeune prématuré et le plus âgé ayant présenté un rythme périodique avaient respectivement : 6 jours et 30 jours. Le plus jeune enfant à terme et le plus âgé ayant présenté le rythme périodique avaient respectivement 8 jours et 16 jours.

EFFETS DE L'INJECTION SOUS-CUTANÉE D'OXYGÈNE SUR LA RESPIRATION

Chez deux enfants nous avons cherché quelle influence avait, sur la fréquence et le rythme respiratoires, une injection sous-cutanée de 100 cc. d'oxygène fraîchement préparé.

L'enfant étant endormi, on prenait sa courbe respiratoire. Puis on faisait l'injection d'oxygène. On attendait que l'enfant se soit rendormi (20 m.) et on prenait, de 5 en 5 minutes, un fragment de courbe d'une durée d'une minute. Voici les résultats obtenus :

<i>Fréquence moyenne par minute</i>		<i>Rythme et forme de la courbe</i>
Avant l'injection d'o. :	56	Respiration régulière.
15 minutes après.....	80	Respiration: augmentation de la fréquence.
20 — — — — —	109	Respiration: augmentation de la fréquence.
25 — — — — —	100	Apparition des variations périodiques d'amplitude.
30 — — — — —	86	Qui se continuent.
35 — — — — —	57	Apparition de l'apnée périodique.
40 — — — — —	40	Qui se continue.
45 — — — — —	47	—
50 — — — — —	53	—
55 — — — — —	44	Apparition d'une respiration composée d'inspirations brusques et d'expirations traînantes réalisant presque des pauses expiratoires. Mais rythme régulier. Grande amplitude qui dure jusqu'à la fin de l'expérience.
60 — — — — —	40	
65 — — — — —	43	

A la 65^e minute on est forcé d'interrompre l'expérience, mais l'oxygène injecté n'est pas complètement résorbé. L'enfant qui nous avait servi de sujet d'expérience était un enfant à terme âgé de 10 jours, pesant 3.300 gr.

2^e Sujet d'expérience : Prématuro âgé de 2 mois, pesant 2.500 gr. à la naissance, 3.200 gr. au moment de l'expérience :

<i>Fréquence moyenne par minute</i>		<i>Rythme et forme de la courbe</i>
Avant l'injection d'o. :	50	Respiration régulière.
20 minutes après.....	64	Respiration régulière.
30 — —	56	Apparition des variations périodiques d'amplitude.
35 — —	43	Apparition de l'apnée périodique.
40 — —	50	Retour aux variations périodiques d'amplitude qui se continuent.
60 — —	43	
Arrêt de l'expérience.		

On voit donc que, chez un enfant normal de 10 jours, et chez un prématuré âgé de 2 mois, l'injection d'oxygène a provoqué l'apparition de rythmes périodiques qui n'existaient pas auparavant.

Dans la 1^{re} observation (enfant à terme), nous voyons apparaître un rythme périodique dès la 25^e minute (variations périodiques d'amplitude), à la 35^e minute apparaît l'apnée périodique qui dure un quart d'heure. A la 55^e minute s'installe une respiration de fréquence plus petite, composée d'inspirations très brusques et d'expirations en 2 temps bien tranchés : l'un de chute presque verticale l'autre réalisant un plateau presque horizontal.

Dans la 2^e observation le rythme périodique apparaît à la 30^e minute, plus net à la 35^e (apnée périodique) mais, dès la 40^e minute, on n'a plus qu'une variation périodique de l'amplitude qui se continue jusqu'à la fin.

Dans les 2 cas on note une accélération de la fréquence à la 20^e minute. (Du simple au double dans la 1^{re} observation). Dans le 1^{er} cas la fréquence diminue ensuite progressivement, avec une chute plus sensible à la 55^e minute, dans le second elle diminue également mais sans passer au-dessous du taux existant avant l'expérience.

Particularités de certaines courbes

Nous réunissons dans ce chapitre un certain nombre de courbes ayant présenté certaines particularités :

1° Enfant N° 1 : Sa courbe était tout à fait remarquable par sa régularité et par la régularité des soupirs qui se produisaient toutes les 30 secondes environ. Il s'agissait d'un gros enfant (4.950) venu par le siège après un travail pénible, en état d'asphyxie bleue et qu'on dut ranimer par les moyens habituels. Sa courbe respiratoire fut prise 3 heures environ après la naissance, l'enfant étant encore en état de cyanose très marquée. Peut-être faut-il interpréter cette respiration suspirieuse comme un effort de l'organisme vers une meilleure oxygénation, résultat qui serait obtenu par un déplissement plus complet des alvéoles pulmonaires grâce à des soupirs plus fréquents, ceux-ci n'étant, somme toute, que des mouvements respiratoires forcés.

2° L'enfant n° 3 présentait une expiration traînante, analogue à celle que nous avons observée chez un enfant à la suite d'injection d'oxygène, expiration allant parfois jusqu'à de véritables pauses expiratoires, mais sans caractère périodique.

3° L'enfant n° 9 est le seul à avoir présenté à l'état de veille un rythme périodique marqué (variation périodique de l'amplitude).

4° En ce qui concerne cette montée et descente onduleuse de l'ensemble de la courbe que les auteurs allemands ont décrit sous le nom de « polyloëpsie » nous ne l'avons constatée d'une façon nette que chez deux enfants (N°s 4 bis et 6) et d'une façon tout à fait passagère (courbe 4).

5° Enfin, une seule fois au cours de toutes nos observations, nous avons constaté l'existence de pauses inspiratoires. C'est chez l'enfant 15 bis que nous avons observé cette particularité. Pendant toute la première partie de l'expérience, c'est-à-dire environ pendant trois quarts d'heure

cet enfant eût une respiration avec des pauses inspiratoires plus ou moins longues, l'ensemble de la courbe dessinant une ligne brisée en forme de mur crénelé. (Courbe n° 5) ; puis, dans la seconde partie de l'expérience, les pauses devinrent expiratoires comme chez les autres enfants et il s'installa une apnée expiratoire périodique très nette.

Durée relative de l'inspiration et de l'expiration

Hishickwa, dans son travail sur la fréquence respiratoire du nourrisson et du jeune enfant, a observé qu'après la naissance, pour un quart des mouvements respiratoires mesurés, l'inspiration était plus longue que l'expiration. Dans les jours suivants il a noté que le nombre des expirations plus longues augmentait. De même dans les premières années de la vie.

Nous avons nous-même essayé d'étudier la durée relative de l'inspiration et de l'expiration en fonction de l'âge de l'enfant. Nous n'avons pu tirer de cette étude de loi précise. Selon nous, la durée relative de l'inspiration et de l'expiration dépend moins de l'âge de l'enfant que de facteurs individuels et momentanés.

Etude comparée de la respiration abdominale et thoracique

D'une façon générale les auteurs qui ont étudié la respiration de l'enfant s'accordent pour affirmer que les nourrissons ont une respiration presque exclusivement abdominale. Il suffit d'ailleurs de regarder un tout jeune enfant

respirer pour constater que l'ampliation la plus grande se produit au cours de l'inspiration au niveau de l'abdomen suivant une ligne horizontale passant un peu au-dessus de l'ombilic. C'est également un fait d'observation que les muscles à insertions thoraciques sont très peu développés chez le nourrisson et que, dans la respiration normale, c'est presque uniquement le diaphragme qui assume le travail de la ventilation pulmonaire.

Cependant, Lesné et Binet ont recherché suivant quel type (abdominal ou costal supérieur) se fait la respiration chez le nourrisson. Ils ont pratiqué des mensurations de l'ampliation thoraco-abdominale à l'aide d'un ruban métrique. Les mesures étaient faites au cours du cri, au niveau de la ligne mamelonnaire et au niveau de la région ombilicale. Le résultat de leurs mesures fut que « presque toujours la respiration se fait chez le jeune enfant suivant un type costal supérieur, ou suivant un type diaphragmatique : le type abdominal, diaphragmatique, inférieur est enregistré chez le garçon ; le type supérieur, costal, est enregistré chez la fillette. Lesné et Binet interprètent cela comme une différenciation précoce, de sorte que le type respiratoire rentre parmi les caractères sexuels qui sont établis dès les premiers mois de la vie.

Chez 4 enfants : N° 8, 32 heures, masculin,
N° 20, 5 mois, féminin
N° 21, 7 mois, féminin,
N° 22, 8 mois, masculin,

nous avons pu prendre simultanément la respiration thoracique supérieure et abdominale.

Nous avons pris la précaution, au cours de chaque observation, d'interchanger plusieurs fois les tuyaux de caoutchouc à l'endroit où ils s'adaptent à la capsule de Marey.

De telle sorte que la capsule correspondant au pneumographe thoracique était mise en relation avec le pneumographe abdominal et inversement.

Ces changements, répétés de nombreuses fois au cours de chaque observation, nous ont permis d'éliminer, dans l'appréciation des amplitudes abdominale et thoracique,

les causes d'erreurs tenant à la plus ou moins grande sensibilité des capsules, au réglage des plumes, etc.

Nous avons également, au cours de chaque expérience, interverti la position des pneumographes de tel sorte que le pneumographe thoracique devenait abdominal et inversement.

L'expérience ne nous a pas montré de variation appréciable dans l'amplitude de chaque courbe respective quand on interchangeait l'ordre des capsules et la position des pneumographes, et nous avons pu, par conséquent, comparer l'amplitude de la respiration thoracique à celle de la respiration abdominale.

Nous avons toujours constaté que l'amplitude des mouvements abdominaux était plus grande (le double à peu près) que celle des mouvements thoraciques, quel que soit le sexe de l'enfant.

Deux fois nous avons constaté un parallélisme à peu près constant entre les deux courbes. (N° 8 et N° 20).

Une fois (N° 21), la respiration thoracique nous a paru avoir un léger retard 1 à 2 cinquièmes de secondes) sur la respiration abdominale. C'est ainsi que s'il se produisait une irrégularité dans la courbe (soupir, etc...), cette irrégularité était toujours un peu en retard dans la courbe respiratoire thoracique. A certains moments même, les deux stylets avaient des mouvements inverses ; se rapprochant et s'écartant successivement, ils inscrivaient deux courbes contraires (l'inspiration thoracique étant une ligne descendante, l'inspiration abdominale une ligne ascendante et inversement pour l'expiration.) (Courbe N° 6.)

Enfin, c'est dans l'étude de la respiration abdominale et thoracique de l'enfant N° 22 que ce mouvement inverse s'est montré le plus net et le plus constant. Nous avons observé pendant près d'un quart d'heure cet antagonisme entre les deux respirations, tel que les deux stylets allaient toujours en sens contraire l'un de l'autre. Peut-on voir là une preuve de l'existence de centres respiratoires différents pour la respiration abdominale et la respiration tho-

racique ? On ne peut répondre à une telle question avec une simple étude graphique. Notons cependant que certains auteurs admettent l'existence de centres spinaux (E. Wertheimer). E. Meyer, également étudiant la respiration chez le jeune chien, insiste sur un certain désaccord entre la respiration thoracique et la respiration abdominale.

La respiration au cours de la tétée

De nombreuses causes de troubles s'observent dans la fréquence et le rythme respiratoire, aux premiers mois de la vie. Ce sont, entre autres, le pleurer de l'enfant, le cri, le hoquet, la toux, le baillement, etc.

La tétée qui est un acte si important dans la vie du nourrisson, s'accompagne, elle aussi, de modifications respiratoires très notables. Ces choses ont d'ailleurs été remarquablement étudiées par le Professeur Léon Binet dans sa « physiologie normale et pathologique du nourrisson ». « Le pleurer, écrit-il, se caractérise sur le tracé par une inspiration profonde suivie d'une expiration qui se fait normalement d'abord, et qui prend ensuite une allure déchiquetée à sa période terminale. A un degré plus marqué, lorsque le nourrisson crie violemment, le tracé est plus modifié encore : mouvements respiratoires lents, amples, avec expiration forcée. La tétée modifie le rythme de la respiration. Cette modification se traduit graphiquement par un ralentissement de l'ensemble du rythme et une inspiration profonde suivie d'une expiration saccadée en deux ou trois temps. »

Nous avons eu nous-mêmes l'occasion de faire trois observations de respiration au cours de la tétée.

Chez le premier enfant, âgé de 4 mois, la respiration nasale était possible, mais insuffisante, aussi l'enfant était obligé de lâcher le sein de temps à autre pour respirer par la bouche, ce qui se traduisait graphiquement par une montée de l'ensemble de la courbe et une augmentation

de l'amplitude, l'enfant faisant à ce moment des inspirations profondes. La fréquence moyenne était de 50. Chez le deuxième enfant (8 mois), la respiration nasale était absolument impossible, et pendant la tétée l'enfant était en apnée complète. Il lâchait le sein au bout de 5 secondes en moyenne, faisait plusieurs inspirations profondes et désordonnées durant un temps sensiblement égal, puis reprenait le sein : nouvelle période d'apnée, etc.. La fréquence moyenne était de 40 à la minute (56 en temps normal). Chez le troisième enfant, âgé de 2 mois, la perméabilité nasale étant excellente, la respiration nasale pouvait se faire sans difficulté. La fréquence était de 28 respirations à la minute. Les mouvements respiratoires étaient, dans l'ensemble, d'une remarquable régularité. Cependant, il faut noter que l'inspiration se faisait en deux temps, présentant tout d'abord une ligne ascendante, suivie d'une ligne plus courte, descendante, suivie elle-même d'un plateau puis l'inspiration s'achevait par une ligne brusquement ascendante et l'expiration lui succédait, très brusque également. (Courbe n° 7.)

Cette description, on le voit, ne correspond pas du tout à celle du Professeur Binet.

Dans notre observation, en effet, les irrégularités, les accidents de la courbe se produisaient pendant l'inspiration dont la durée devenait ainsi de beaucoup supérieure à celle de l'expiration. Nous avons eu l'impression très nette, au cours de notre observation, que ces « accidents » inspiratoires étaient la traduction graphique des mouvements de succion et de déglutition de l'enfant. Toutefois, l'étude approfondie de la respiration au cours de la tétée demandant à notre avis un nombre de courbes beaucoup plus grand que celui que nous avons rapporté, nous nous garderons d'émettre aucune conclusion sur ce sujet.

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

I. — CENTRES RESPIRATOIRES :

On lit dans la physiologie de Gley :

« Il est démontré que les mouvements respiratoires dépendent de l'activité d'un centre spécial, dit centre respiratoire. Ce centre est situé symétriquement de chaque côté de la ligne médiane du bulbe, un peu au-dessous des noyaux d'origine des pneumogastriques, en dedans des racines des nerfs hypoglosses. Ce centre respiratoire est autonome, cependant le cerveau et la moëlle exercent aussi une action respiratoire. Seul le centre bulbaire toutefois est capable d'amorcer une respiration suffisante, les autres centres ne possédant pas cette action initiale et suffisante.

II. — RYTHMES PERIODIQUES :

Pouvions-nous nommer rythmes de Cheyne-Stokes les rythmes périodiques, en particulier l'apnée périodique que nous avons observées ? Nous avons évité de le faire d'une façon systématique, de peur de paraître préjuger de la nature de ces phénomènes. En effet, dès que Cheyne et Stokes eurent, l'un remarqué, l'autre étudié plus à fond le rythme respiratoire qui porte désormais leur nom, un grand nombre de chercheurs tentèrent d'en trouver la cause.

Traube (1874) essaya d'expliquer le rythme de Cheyne-Stokes par une diminution de l'excitabilité du centre respiratoire. Diminution qui eût été due, suivant Biot (1878) à l'affaiblissement de l'activité du cœur, et que Filehne attribua plus précisément au ralentissement de l'afflux sanguin au centre.

Dès 1886, Mosso notait que le rythme périodique peut se rencontrer à l'état normal : dans le sommeil, surtout chez les vieillards et les enfants, de même que chez les animaux hibernants.

Après la découverte des centres respiratoires dans l'écorce cérébrale, on attribua à celle-ci la production du rythme de Cheyne-Stokes (Unverricht). Stern admet que ce rythme est en rapport avec la diminution fonctionnelle de l'écorce cérébrale. Stadelmann constate le Cheyne-Stokes dans les ramollissements en foyer de l'écorce cérébrale.

Cependant, Schiff avait, depuis longtemps, montré (1858), que les hémorragies et les tensions intrabulbaires pouvaient provoquer la respiration périodique. Markwald confirma ces observations par voie expérimentale : il provoqua le Cheyne-Stokes par section supérieure du bulbe.

Aussi, Betcherew, passant en revue ces travaux, conclut-il « que le Cheyne-Stokes n'est pas produit par la lésion de telle ou telle partie de l'encéphale : il dépend de l'excitation de filets modérateurs, montant au-dessus du bulbe ».

Enfin, parmi les auteurs que nous avons étudiés, tous ceux qui ont constaté des rythmes périodiques chez le tout petit, semblent interpréter ce phénomène comme étant la conséquence d'un fonctionnement défectueux des parties constitutives du centre respiratoire. Les uns, étudiant surtout des prématurés ont admis que ce mauvais fonctionnement était en relation avec un développement incomplet du centre respiratoire.

D'autres, ayant remarqué ce rythme chez des enfants athrepsiques ou mal alimentés, ont admis que l'état général de l'enfant pouvait jouer un rôle important dans sa formation : « Les accès apnéïques ont lieu d'autant plus fréquemment et d'une façon plus nette que l'enfant est plus jeune, que son poids est plus inférieur à la normale, que son état général est plus mauvais ». (Peiper).

D'autres auteurs, enfin, ayant observé la périodicité des mouvements respiratoires chez des enfants à terme, d'ap-

parence normale, admettent qu'il peut exister, dans certains cas, un état d'immaturation, d'inadaptation momentanée du centre respiratoire à sa fonction.

Quoi qu'il en soit, tous ces auteurs considèrent le Cheyne-Stokes, qu'ils l'observent chez l'adulte ou le tout jeune enfant, comme le résultat d'un trouble lésionnel ou congénital dans le fonctionnement du centre respiratoire bulbaire.

Mais, pour autonome que soit ce centre, ou les parties constitutives de ce centre, encore doit-il, pour fonctionner, subir l'influence de certains excitants : « Si l'activité autonome du centre respiratoire est rythmique, le maintien de cette activité rythmique paraît être la résultante des effets d'excitations multiples qui arrivent en même temps au bulbe ». Ces excitations sont de trois ordres :

1° Excitations chimiques venues du sang, et résultat de la vie des tissus ;

2° Excitations réflexes venues de la périphérie générale et surtout de la périphérie pulmonaire ;

3° Excitations dynamiques venues des centres supérieurs, résultats de la vie cérébrale. (Gley).

III. — L'APNEE PERIODIQUE DANS LES TRAVAUX RECENTS

Interprétation personnelle

Nous n'avons pas la prétention, avec quelques simples courbes de respiration chez le jeune enfant, d'apporter une explication, ni même une interprétation définitive des rythmes périodiques.

Qu'il nous soit permis, cependant, de faire remarquer que nos conditions d'expériences (expériences qui furent menées au cours du sommeil, dans un calme aussi absolu que possible et chez des nourrissons très jeunes) nous permettent de rapporter aux premiers facteurs : (excitations chimiques venues du sang) la part la plus importante du rôle d'excitant respiratoire.

On sait que la régulation chimique de la respiration a été particulièrement étudiée au cours de ces dernières années. La mémoire de Paul Boyer, qui résume, à propos de l'hypothèse de Gesell sur le rôle du métabolisme propre du centre respiratoire, les principales hypothèses émises, donne une idée de la complexité du problème.

Ce ne sont pas, bien entendues, les courbes que nous rapportons qui peuvent résoudre un tel problème, mais qu'il nous soit permis de faire remarquer combien superposables aux nôtres sont les résultats obtenus par Douglas et Haldane. Ces auteurs ont, en effet, obtenu chez l'adulte, après respiration forcée de quelques minutes, une période d'apnée de plusieurs minutes, puis une respiration périodique plus ou moins longue, passant à la respiration normale après une période de respirations d'amplitude variable. Leurs courbes sont absolument comparables aux nôtres.

La durée de la respiration périodique obtenue dans ces conditions est relativement faible, mais si, au lieu d'effectuer l'expérience dans l'air à la pression normale, on opère à haute altitude (expédition du Pic Ténériffe), on obtient beaucoup plus facilement la respiration périodique et celle-ci se manifeste pendant un temps beaucoup plus long. Elle peut même, à partir d'une altitude élevée, apparaître spontanément. C. G. Douglas a mesuré, au cours de ces expériences, la tension alvéolaire de l'O₂ et du CO₂ et ses résultats nous semblent intéressants à rapporter.

A la fin de la période d'apnée qui précède l'établissement de la respiration périodique, on constate que la tension de l'O₂ alvéolaire est basse (49 mg, au lieu de 72 mg normalement à l'altitude considérée) ; alors que la tension du CO₂ est de 39 mg, supérieure ainsi de 3 mg à la tension alvéolaire normale du CO₂ à la dite altitude. Dans ces conditions il se produit une série de mouvements respiratoires qui ont pour effet de faire augmenter la tension de l'O₂ alvéolaire et diminuer celle du CO₂ au-delà des valeurs auxquelles se produit l'excitation du centre, d'où : période d'apnée. Les valeurs du CO₂ et O₂ alvéolaires trouvées par Douglas sont très démonstratives à cet

égard. Au cours de la période d'apnée ainsi déterminée le Co_2 augmente rapidement et l' O_2 diminue.

Le centre ne répond pas de suite à l'augmentation du Co_2 alvéolaire qui dépasse le taux d'excitation normal, mais répond au manque d'oxygène par une série de respirations qui augmente la tension alvéolaire de l' O_2 et diminue celle du Co_2 , et le phénomène se reproduit : apnée puis période respiratoire.

Mais, dans les expériences de Douglas et Haldane faites à la pression atmosphérique normale, la tension de l'oxygène alvéolaire s'abaisse de moins en moins et celle du Co_2 augmente à la fin des périodes successives d'apnée à mesure que le nombre de celles-ci augmente. La réaction du centre, qui constitue le groupe des respirations du type Cheyne-Stokes, devient de moins en moins nécessaire, et le rythme normal se rétablit.

Voici, d'autre part, le résumé que Douglas donne des faits constatés à haute altitude :

« A la fin de la période d'apnée qui succède à la courte phase de respirations forcées le centre respiratoire est actionné par la combinaison des deux excitants, tous les deux indispensables. Ce sont : *a*) les produits d'oxydation incomplète dans le centre respiratoire et dans les tissus en général, et : *b*) une certaine tension de l'acide carbonique, tension qui reste inférieure dans le centre respiratoire à la tension stimulante normale.

Lorsque la respiration débute la tension d' O_2 est très basse, et bien que le Co_2 alvéolaire soit à une tension supérieure à la normale, il y a des raisons pour croire que la tension du Co_2 dans le centre respiratoire est inférieure à cette valeur.

La tension du Co_2 dans le centre respiratoire, après sa diminution au cours de respirations forcées, reste, en effet, pour différentes raisons, en retard sur l'élévation de la tension de l'air alvéolaire. Lors de l'établissement de la respiration la tension alvéolaire du Co_2 est diminuée, elle tombe au-dessous de la valeur excitante pour l'altitude particulière à laquelle les expériences sont réalisées. La ten-

sion de l'O₂ s'élève rapidement en rapport avec la tension de l'O₂ dans l'air ambiant. En éliminant l'excitation par manque d'O₂, il n'y aura donc plus aucune excitation du centre respiratoire : l'apnée en résulte, elle ne cessera que lorsque le manque d'O₂ et la tension du Co₂ atteindront à nouveau, au cours de l'apnée, une combinaison de leurs valeurs respectives qui déterminera pour la pression atmosphérique considérée l'excitation du centre.

Avec une tension atmosphérique d'oxygène basse l'excitation due au manque d'O n'est jamais éliminée suffisamment pour permettre à la tension générale de Co₂ dans l'organisme de se relever complètement de la dépression initiale causée par la respiration forcée du début de l'expérience. Dans ces cas, la respiration périodique devient permanente. A la pression barométrique normale, tel n'est pas le cas, et la respiration périodique ne dure qu'un moment assez court.

Or, physiologiquement, ce qui compte dans l'excitation du centre respiratoire, que ce soit par manque d'oxygène (ou oxydations incomplètes) ou par excès de Co₂, ce n'est pas, en définitive, la composition de l'air alvéolaire, mais bien la traduction de cette composition de l'air alvéolaire au niveau du centre respiratoire par l'intermédiaire du milieu sanguin.

Or, ne peut-on pas admettre, avec le Docteur Briand, qu'au point de vue respiratoire l'enfant très jeune se trouve, dans certains cas, du fait de conditions que nous allons préciser, dans des conditions analogues à celles de l'adulte aux hautes altitudes.

Dans le cas de l'enfant très jeune on sait, d'une part, la fréquence des insuffisances respiratoires. (Zônes atelectasiques et déplissement graduel des alvéoles) d'où apport moindre d'O₂ au sang et oxydation moins parfaite des déchets qui peut physiologiquement, lorsqu'elle est marquée, se rapprocher des cas où le mélange respiré est pauvre en O₂ ; d'autre part, on peut admettre que, le très jeune enfant se rapprochant de l'état foetal, il existe une excitabilité moins parfaite du centre respiratoire par le Co₂,

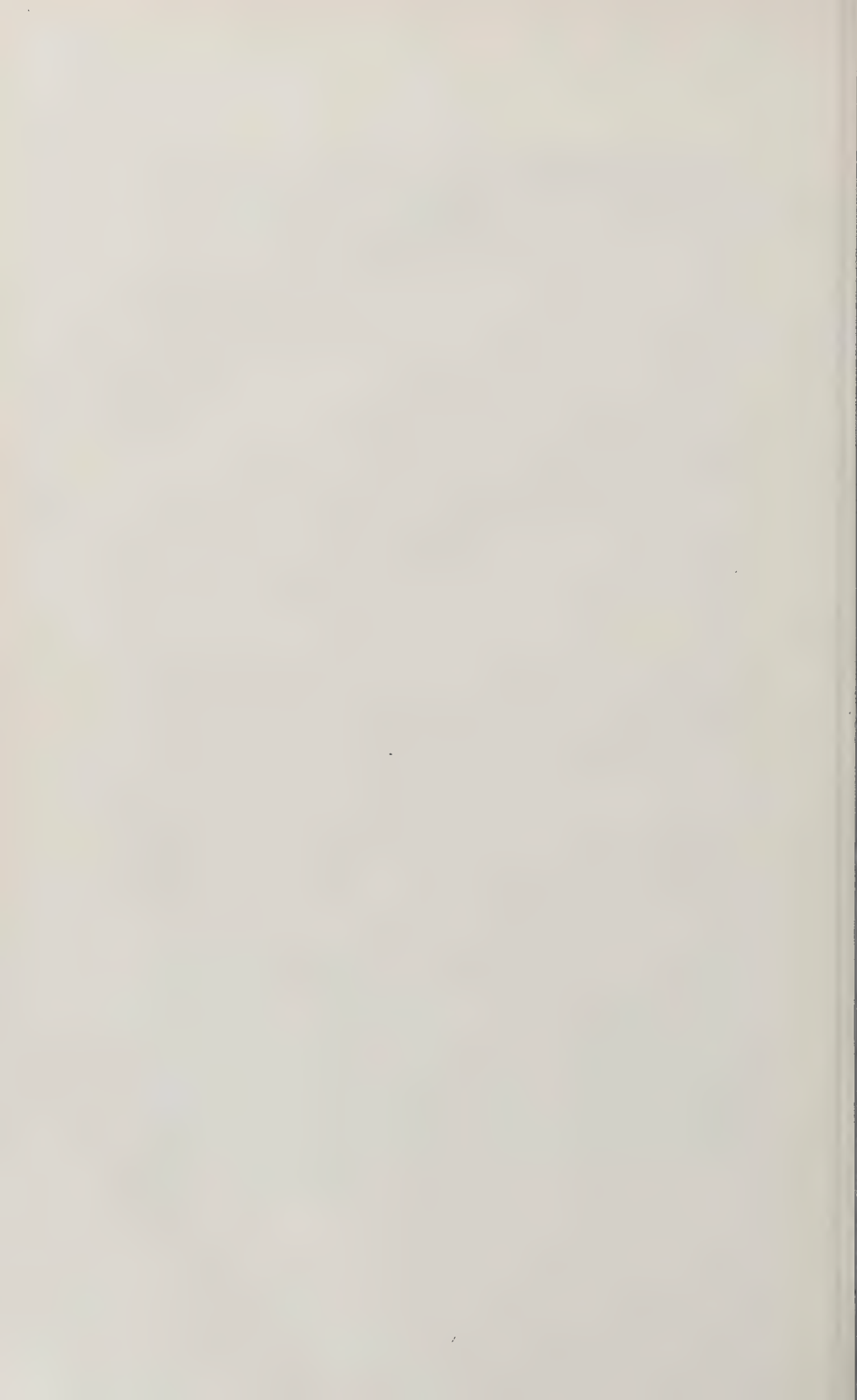
ou, ce qui revient au même, en définitive, que le transport du Co_2 alvéolaire au centre du fait de la nature particulière du sang est moins parfait.

Les conditions de production du rythme respiratoire périodique définies par Douglas et Haldane peuvent être considérées ainsi, comme réalisées : Diminution de la teneur du sang en O_2 ou réduction moins complète des déchets organiques. Traduction imparfaite de la tension du Co_2 alvéolaire au niveau du centre respiratoire. Et ce rythme respiratoire périodique si particulier aura tendance à se produire surtout si, comme l'ont remarqué Salmi et Vuori, l'enfant s'est agité au préalable (augmentation du Co_2) ou bien s'il est, comme dans nos observations, prématuré ou très jeune (baisse de la tension d'oxygène dans le sang du fait d'une insuffisance respiratoire, due souvent à une atélectasie partielle), ou bien, encore, si ces deux conditions se trouvent réalisées en même temps comme dans certains cas pathologiques : broncho-pneumonie, par exemple).

D'autre part, les expériences de Salmi et Vuori (qui ont fait, par des bains chauds à 41° , réapparaître le Cheyne-Stokes chez des prématurés relativement âgés, et qui ne montraient plus ce rythme depuis un certain temps), trouvent une explication plausible, concordant avec cette manière de voir, si on tient compte du fait que le bain chaud provoque des respirations rapides et que, d'autre part, Haggard a démontré que, sous l'influence de l'élévation de la température du corps la solubilité du Co_2 dans le sang est abaissée. Double raison, d'après notre interprétation, de voir apparaître un rythme périodique.

En résumé, nous croyons que l'établissement du rythme périodique chez le jeune enfant est dû à ce que le rapport des tensions de l'oxygène et du gaz carbonique, normalement déterminé par la tension relative de ces gaz dans les alvéoles est troublé ; qu'il y a sous-oxygénation d'une part ; d'autre part, sous-excitation ou sous-excitabilité par le Co_2 soit du fait d'une disposition fœtale du centre respiratoire, soit plutôt d'une inaptitude du sang à traduire l'excès du Co_2 suffisant, normalement, pour déterminer la respiration.

L'étude de la composition du sang des enfants présentant un rythme périodique pourra peut-être apporter une confirmation de cette interprétation et donner une explication chimique de ce phénomène.



CONCLUSIONS

I. — FREQUENCE RESPIRATOIRE :

L'étude de la fréquence respiratoire du nourrisson montre qu'il existe de grandes différences individuelles jusque vers le deuxième mois. Vers cette époque, la fréquence semble se stabiliser autour du chiffre de 44 mouvements à la minute. Nous avons observé cette fréquence jusqu'au huitième mois.

La fréquence respiratoire du nourrisson, comme celle de l'adulte, est toujours un peu plus grande à l'état de veille que pendant le sommeil.

II. — VARIABILITE BRUSQUE DE L'AMPLITUDE :

La variabilité brusque de l'amplitude respiratoire traduit l'adaptation incomplète de l'appareil respiratoire à la fonction. L'étude du rapport $\frac{\text{Amplitude Maxima}}{\text{Amplitude Minima}}$ montre que cette adaptation s'accomplit peu à peu au cours des premiers mois de la vie. Elle ne serait optima que vers le septième mois.

III. — RYTHMES PERIODIQUES :

a : Variations périodiques de l'amplitude et, *b* : Apnée périodique (Cheyne-Stokes) se rencontrent fréquemment en dehors de tout état pathologique chez le nouveau-né.

On doit considérer ces deux phénomènes : (Variations périodiques d'amplitude et apnée périodique) comme étant la traduction plus ou moins prononcée de cette tendance à la périodicité dans le rythme respiratoire qui est particulière au premier âge.

Chez 8 prématurés que nous avons étudiés, 6 fois nous avons trouvé de l'apnée périodique, en alternance ou non avec de simples variations périodiques de l'amplitude.

Chez 22 enfants à terme que nous avons étudiés, 5 fois nous avons trouvé un rythme périodique (variations périodiques de l'amplitude, ou apnée périodique).

Sauf une fois, ces phénomènes furent toujours observés au cours du sommeil profond.

IV. — INFLUENCE DES INJECTIONS SOUS-CUTANÉES D'OXYGÈNE :

Chez deux enfants l'injection sous-cutanée d'oxygène (100 cc.) a fait apparaître, au bout de 25 à 30 minutes, des phénomènes d'apnée périodique.

V. — POLYLAEPSIE :

Qui est une montée et une descente onduleuses de l'ensemble de la courbe.

Deux fois seulement nous avons observé et d'une façon transitoire la « polylaepsie » décrite par les auteurs allemands.

VI. — PAUSES INSPIRATOIRES :

Nous ne les avons observées qu'une fois, sans caractère périodique.

VII. — RESPIRATION ABDOMINALE ET THORACIQUE :

L'étude simultanée de la respiration abdominale et thoracique montre que chez le nourrisson la respiration est surtout abdominale, mais que, chez les garçons comme chez les filles, l'ampliation thoracique supérieure n'est pas négligeable.

L'étude attentive des courbes montre en outre qu'il existe une certaine indépendance relative entre l'amplia-

On sait que la régulation chimique de la respiration a été particulièrement étudiée au cours de ces dernières années. La mémoire de Paul Boyer, qui résume, à propos de l'hypothèse de Gesell sur le rôle du métabolisme propre du centre respiratoire, les principales hypothèses émises, donne une idée de la complexité du problème.

Ce ne sont pas, bien entendues, les courbes que nous rapportons qui peuvent résoudre un tel problème, mais qu'il nous soit permis de faire remarquer combien superposables aux nôtres sont les résultats obtenus par Douglas et Haldane. Ces auteurs ont, en effet, obtenu chez l'adulte, après respiration forcée de quelques minutes, une période d'apnée de plusieurs minutes, puis une respiration périodique plus ou moins longue, passant à la respiration normale après une période de respirations d'amplitude variable. Leurs courbes sont absolument comparables aux nôtres.

La durée de la respiration périodique obtenue dans ces conditions est relativement faible, mais si, au lieu d'effectuer l'expérience dans l'air à la pression normale, on opère à haute altitude (expédition du Pic Ténériffe), on obtient beaucoup plus facilement la respiration périodique et celle-ci se manifeste pendant un temps beaucoup plus long. Elle peut même, à partir d'une altitude élevée, apparaître spontanément. C. G. Douglas a mesuré, au cours de ces expériences, la tension alvéolaire de l'O₂ et du CO₂ et ses résultats nous semblent intéressants à rapporter.

A la fin de la période d'apnée qui précède l'établissement de la respiration périodique, on constate que la tension de l'O₂ alvéolaire est basse (49 mg, au lieu de 72 mg normalement à l'altitude considérée) ; alors que la tension du CO₂ est de 39 mg, supérieure ainsi de 3 mg à la tension alvéolaire normale du CO₂ à la dite altitude. Dans ces conditions il se produit une série de mouvements respiratoires qui ont pour effet de faire augmenter la tension de l'O₂ alvéolaire et diminuer celle du CO₂ au-delà des valeurs auxquelles se produit l'excitation du centre, d'où : période d'apnée. Les valeurs du CO₂ et O₂ alvéolaires trouvées par Douglas sont très démonstratives à cet

égard. Au cours de la période d'apnée ainsi déterminée le Co_2 augmente rapidement et l' O_2 diminue.

Le centre ne répond pas de suite à l'augmentation du Co_2 alvéolaire qui dépasse le taux d'excitation normal, mais répond au manque d'oxygène par une série de respirations qui augmente la tension alvéolaire de l' O_2 et diminue celle du Co_2 , et le phénomène se reproduit : apnée puis période respiratoire.

Mais, dans les expériences de Douglas et Haldane faites à la pression atmosphérique normale, la tension de l'oxygène alvéolaire s'abaisse de moins en moins et celle du Co_2 augmente à la fin des périodes successives d'apnée à mesure que le nombre de celles-ci augmente. La réaction du centre, qui constitue le groupe des respirations du type Cheyne-Stokes, devient de moins en moins nécessaire, et le rythme normal se rétablit.

Voici, d'autre part, le résumé que Douglas donne des faits constatés à haute altitude :

« A la fin de la période d'apnée qui succède à la courte phase de respirations forcées le centre respiratoire est actionné par la combinaison des deux excitants, tous les deux indispensables. Ce sont : *a*) les produits d'oxydation incomplète dans le centre respiratoire et dans les tissus en général, et : *b*) une certaine tension de l'acide carbonique, tension qui reste inférieure dans le centre respiratoire à la tension stimulante normale.

Lorsque la respiration débute la tension d' O_2 est très basse, et bien que le Co_2 alvéolaire soit à une tension supérieure à la normale, il y a des raisons pour croire que la tension du Co_2 dans le centre respiratoire est inférieure à cette valeur.

La tension du Co_2 dans le centre respiratoire, après sa diminution au cours de respirations forcées, reste, en effet, pour différentes raisons, en retard sur l'élévation de la tension de l'air alvéolaire. Lors de l'établissement de la respiration la tension alvéolaire du Co_2 est diminuée, elle tombe au-dessous de la valeur excitante pour l'altitude particulière à laquelle les expériences sont réalisées. La ten-

sion de l'O₂ s'élève rapidement en rapport avec la tension de l'O₂ dans l'air ambiant. En éliminant l'excitation par manque d'O₂, il n'y aura donc plus aucune excitation du centre respiratoire : l'apnée en résulte, elle ne cessera que lorsque le manque d'O₂ et la tension du Co₂ atteindront à nouveau, au cours de l'apnée, une combinaison de leurs valeurs respectives qui déterminera pour la pression atmosphérique considérée l'excitation du centre.

Avec une tension atmosphérique d'oxygène basse l'excitation due au manque d'O n'est jamais éliminée suffisamment pour permettre à la tension générale de Co₂ dans l'organisme de se relever complètement de la dépression initiale causée par la respiration forcée du début de l'expérience. Dans ces cas, la respiration périodique devient permanente. A la pression barométrique normale, tel n'est pas le cas, et la respiration périodique ne dure qu'un moment assez court.

Or, physiologiquement, ce qui compte dans l'excitation du centre respiratoire, que ce soit par manque d'oxygène (ou oxydations incomplètes) ou par excès de Co₂, ce n'est pas, en définitive, la composition de l'air alvéolaire, mais bien la traduction de cette composition de l'air alvéolaire au niveau du centre respiratoire par l'intermédiaire du milieu sanguin.

Or, ne peut-on pas admettre, avec le Docteur Briand, qu'au point de vue respiratoire l'enfant très jeune se trouve, dans certains cas, du fait de conditions que nous allons préciser, dans des conditions analogues à celles de l'adulte aux hautes altitudes.

Dans le cas de l'enfant très jeune on sait, d'une part, la fréquence des insuffisances respiratoires. (Zônes atelectasiques et déplissement graduel des alvéoles) d'où apport moindre d'O₂ au sang et oxydation moins parfaite des déchets qui peut physiologiquement, lorsqu'elle est marquée, se rapprocher des cas où le mélange respiré est pauvre en O₂ ; d'autre part, on peut admettre que, le très jeune enfant se rapprochant de l'état fœtal, il existe une excitabilité moins parfaite du centre respiratoire par le Co₂,

ou, ce qui revient au même, en définitive, que le transport du Co_2 alvéolaire au centre du fait de la nature particulière du sang est moins parfait.

Les conditions de production du rythme respiratoire périodique définies par Douglas et Haldane peuvent être considérées ainsi comme réalisées : Diminution de la teneur du sang en O_2 ou réduction moins complète des déchets organiques. Traduction imparfaite de la tension du Co_2 alvéolaire au niveau du centre respiratoire. Et ce rythme respiratoire périodique si particulier aura tendance à se produire surtout si, comme l'ont remarqué Salmi et Vuori, l'enfant s'est agité au préalable (augmentation du Co_2) ou bien s'il est, comme dans nos observations, prématuré ou très jeune (baisse de la tension d'oxygène dans le sang du fait d'une insuffisance respiratoire, due souvent à une atélectasie partielle), ou bien, encore, si ces deux conditions se trouvent réalisées en même temps comme dans certains cas pathologiques : broncho-pneumonie, par exemple).

D'autre part, les expériences de Salmi et Vuori (qui ont fait, par des bains chauds à 41° , réapparaître le Cheyne-Stokes chez des prématurés relativement âgés, et qui ne montraient plus ce rythme depuis un certain temps), trouvent une explication plausible, concordant avec cette manière de voir, si on tient compte du fait que le bain chaud provoque des respirations rapides et que, d'autre part, Haggard a démontré que, sous l'influence de l'élévation de la température du corps la solubilité du Co_2 dans le sang est abaissée. Double raison, d'après notre interprétation, de voir apparaître un rythme périodique.

En résumé, nous croyons que l'établissement du rythme périodique chez le jeune enfant est dû à ce que le rapport des tensions de l'oxygène et du gaz carbonique, normalement déterminé par la tension relative de ces gaz dans les alvéoles est troublé ; qu'il y a sous-oxygénation d'une part ; d'autre part, sous-excitation ou sous-excitabilité par le Co_2 soit du fait d'une disposition foetale du centre respiratoire, soit plutôt d'une inaptitude du sang à traire l'excès du Co_2 suffisant, normalement, pour déterminer la respiration.

L'étude de la composition du sang des enfants présentant un rythme périodique pourra peut-être apporter une confirmation de cette interprétation et donner une explication chimique de ce phénomène.

CONCLUSIONS

I. — FREQUENCE RESPIRATOIRE :

L'étude de la fréquence respiratoire du nourrisson montre qu'il existe de grandes différences individuelles jusque vers le deuxième mois. Vers cette époque, la fréquence semble se stabiliser autour du chiffre de 44 mouvements à la minute. Nous avons observé cette fréquence jusqu'au huitième mois.

La fréquence respiratoire du nourrisson, comme celle de l'adulte, est toujours un peu plus grande à l'état de veille que pendant le sommeil.

II. — VARIABILITE BRUSQUE DE L'AMPLITUDE :

La variabilité brusque de l'amplitude respiratoire traduit l'adaptation incomplète de l'appareil respiratoire à la fonction. L'étude du rapport $\frac{\text{Amplitude Maxima}}{\text{Amplitude Minima}}$ montre que cette adaptation s'accomplit peu à peu au cours des premiers mois de la vie. Elle ne serait optima que vers le septième mois.

III. — RYTHMES PERIODIQUES :

a : Variations périodiques de l'amplitude et, *b* : Apnée périodique (Cheyne-Stokes) se rencontrent fréquemment en dehors de tout état pathologique chez le nouveau-né.

On doit considérer ces deux phénomènes : (Variations périodiques d'amplitude et apnée périodique) comme étant la traduction plus ou moins prononcée de cette tendance à la périodicité dans le rythme respiratoire qui est particulière au premier âge.

Chez 8 prématurés que nous avons étudiés, 6 fois nous avons trouvé de l'apnée périodique, en alternance ou non avec de simples variations périodiques de l'amplitude.

Chez 22 enfants à terme que nous avons étudiés, 5 fois nous avons trouvé un rythme périodique (variations périodiques de l'amplitude, ou apnée périodique).

Sauf une fois, ces phénomènes furent toujours observés au cours du sommeil profond.

IV. — INFLUENCE DES INJECTIONS SOUS-CUTANÉES D'OXYGÈNE :

Chez deux enfants l'injection sous-cutanée d'oxygène (100 cc.) a fait apparaître, au bout de 25 à 30 minutes, des phénomènes d'apnée périodique.

V. — POLYLAEPSIE :

Qui est une montée et une descente onduleuses de l'ensemble de la courbe.

Deux fois seulement nous avons observé et d'une façon transitoire la « polylaepsie » décrite par les auteurs allemands.

VI. — PAUSES INSPIRATOIRES :

Nous ne les avons observées qu'une fois, sans caractère périodique.

VII. — RESPIRATION ABDOMINALE ET THORACIQUE :

L'étude simultanée de la respiration abdominale et thoracique montre que chez le nourrisson la respiration est surtout abdominale, mais que, chez les garçons comme chez les filles, l'ampliation thoracique supérieure n'est pas négligeable.

L'étude attentive des courbes montre en outre qu'il existe une certaine indépendance relative entre l'amplia-

tion de l'abdomen et celle du thorax. On note parfois un léger retard de l'inspiration thoracique sur l'inspiration abdominale, parfois même un véritable antagonisme des deux courbes abdominale et thoracique.

VIII. — RESPIRATION AU COURS DE LA TÊTÉE :

La têtée modifie la fréquence respiratoire, qu'elle ralentit. Au cours de la têtée, l'amplitude des mouvements respiratoires augmente. La durée de l'inspiration devient de beaucoup supérieure à celle de l'expiration. L'inspiration subit en outre des modifications particulières.

Vu le Doyen
BALTHAZARD

Vu le Professeur
COUVELAIRE
Lereboullet

Vu et permis d'imprimer
Le Recteur de l'Académie de Paris
CHARLETY

BIBLIOGRAPHIE

L. BINET et LESNÉ : *Physiologie du nourrisson.*

T. SALMI et E. VUORI. — *Cheyne-Stokes as physiologic ' in premature infants.* (Acta pædiatrica, 9. 1930.)

A. E. SIEGEL. — *Respiratory diseases of new born.* (Arch. of pediatrics, Déc. 1929.)

GLEYS. — *Physiologic.*

HISHICKWA. — *Die Regulation der Atemfrequenz beim neugeborenen und in den ersten Lebensjahren* (Schweizerische med. Wochenschrift, März 1923.)

BETCHEREV. — *Annales de physiologie.*

DOUGLAS et HALDANE. — *J. of. physiol.*, XXVIII, 401, 1909 ;

XL, 454, 1910 ; LIII, 181, 1919-1920.



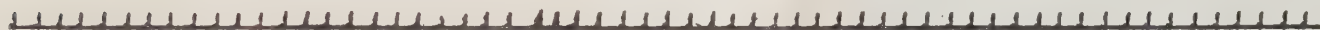
Courbe n° 1 — Variation périodique d'amplitude



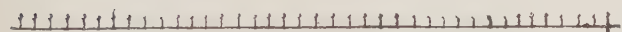
52



Courbe n° 4 — (Sinuosités de l'ensemble de la courbe)



Courbe n° 7 — Respiration au cours de la tétée



Courbe n° 5 — Pauses inspiratoires



Resp. Thoracique

Courbe n° 6



Resp. abdominale

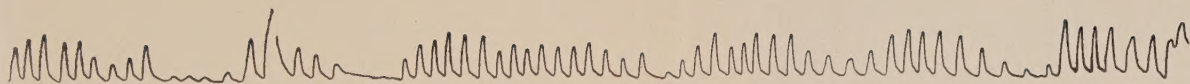


Antagonisme

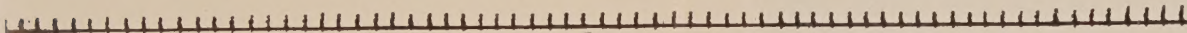
Retard léger de la resp. thorac.

id.

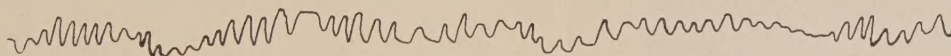




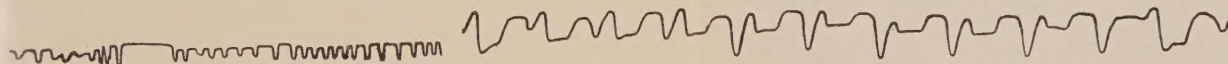
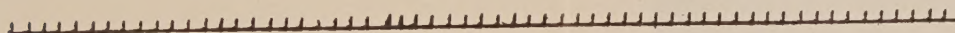
Courbe n° 1 — Variation périodique d'amplitude



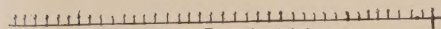
52



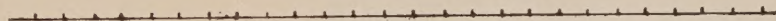
Courbe n° 4 — (Sinuosités de l'ensemble de la courbe)



Courbe n° 7 — Respiration au cours de la tétée

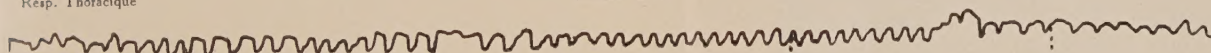


Courbe n° 5 — Pauses inspiratoires

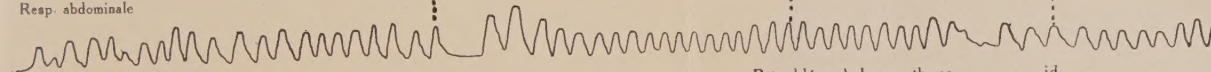


Resp. Thoracique

Courbe n° 6



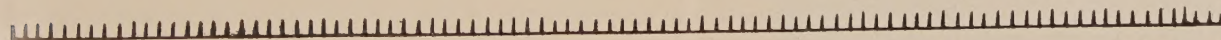
Resp. abdominale



Antagonisme

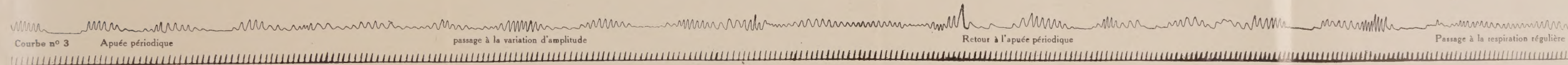
Retard léger de la resp. thorac.

id.





26



30

44

36

